

**SKOP PENYELIDIKAN  
DI JABATAN KEJURUTERAAN PETROLEUM**

oleh

Dr. Abu Azam Md. Yassin

**Abstrak**

*Jabatan mempunyai beberapa makmal dan makmal-makmal ini boleh digunakan untuk mengendalikan penyelidikan dan juga kursus lanjutan. Makmal-makmal yang dijangka dapat membantu dalam penyelidikan ialah Makmal Penggerudian, Makmal PVT, Makmal Pengeluaran dan Makmal Analisa Teras. Untuk menjalankan penyelidikan secara efektif kita memerlukan sebuah bilik komputer bagi penyelidikan secara penyelakuan/semulasi dan ujian-ujian dan juga ruang untuk penyelidikan secara 'pilot plant'.*

**Bidang-Bidang Penyelidikan**

Bidang-bidang penyelidikan yang dicadangkan mencerminkan permasalahan-permasalahan yang dihadapi di lapangan dan juga penyelidikan dasar. Bidang-bidang yang dicadangkan ialah:-

**A) Pencirian batuan (Rock characterization)**

Dalam skop pencirian batuan reserbor terdiri dari penyediaan bahan dan analisa parameter-parameter yang berkaitan penyelidikan perilaku batuan seperti kajian kerosakan formasi, dan sebagainya.

Selain dari mengadakan khidmat untuk ujian aliran, skop pencirian batuan perlu untuk memberi gambaran batuan secara terperinci dalam usaha membantu membangunkan lapangan minyak dengan mencipta model reserbor.

Kajian pencirian batuan memerlukan kefahaman tentang susunan dan geometri-mikro batuan. Teknik pencirian batuan secara lazim perlu dikaji semula dan sebuah sistem yang lengkap berdasarkan makmal analisa teras industri perlu diadakan. Di sini perlu diperhatikan terhadap masalah penyediaan sampel dan kerosakan semasa penyediaan. Alat-alat yang perlu dalam kajian ini termasuk mikroskop elektron dan optik, penganalisa unsur secara terperinci, pengukur keliangan dan taburan saiz pori dan pengukur ketelapan gas dan cecair.

Sistem tafsiran log secara komputer perlu diadakan untuk membantu dalam pengeluaran profil parameter formasi agar dapat dibuat perbandingan di antara data geofizik dan data dari teras.

Kecerunan tekanan dan suhu formasi diperlukan dalam penyelakuan prestasi kelengkapan telaga. Kajian yang akan dijalankan kelak, mestilah sesuai untuk Malaysia.

B) Kerosakan formasi kerana suntikan air  
(Water injection formation damage)

Penyuntikan bendalir ke dalam sesebuah reserbor akan mengganggu keseimbangan keadaan yang telah berlaku semasa hayat geologi lapangan tersebut. Dalam beberapa kes, gangguan ini menurunkan potensi aliran lapangan tersebut. Semasa mengimplimentasikan program suntikan air, beberapa masalah akan timbul:

Bahan partikel yang wujud dalam bendalir suntikan akan menyumbat pori-pori batuan, ini menurunkan ketelapannya dan juga menurunkan kadar suntikan jika ia berlaku dekat dengan permukaan formasi. Bahan lempung yang berkaitan dengan batupasir atau batuan karbonit akan bertukar sifat jika bersentuh dengan air suntikan yang mengandungi komposisi berlainan dari brin formasi seimbangan. Penurunan ketelapan berkaitan dengan pembengkakan lempung atau penyelerakannya boleh menurunkan kadar suntikan. Dua masalah tersebut boleh dijadikan asas bagi program penyelidikan dalam kerosakan telaga disebabkan oleh suntikan bendalir ke dalam formasi.

(i) Penyumbatan oleh partikel (Particle plugging)

Ujikaji makmal perlu dijalankan bagi mengenalpasti parameter penting yang berkaitan dengan sistem penyuntikan air dan kerosakan formasi berkaitan dengan penyuntikan air dikaji dari segi saiz partikel dan kekekatannya serta ketelapan batuan dan agihan saiz porinya. Sifat-sifat kek turasan dalaman dan luaran yang terjadi dari suntikan air perlu dikaji dengan mendalam.

Bersama-sama dengan program ujikaji makmal kita perlu juga menjalankan penyelakuan rangkaian rerambut (capillary network) untuk menyelakukan kerosakan formasi kerana ampaian pepejal berkepekatan rendah. Kita perlu juga mengambilkira mekanisma kerosakan formasi semasa penyelakuan.

(ii) Kepekaan Lempung (Clay sensitivity)

Batupasir dengan kandungan lempung yang tinggi dijangka akan dirosakkan dengan 2 cara; pertama disebabkan oleh pertukaran kepekatan elektrolit dan kedua disebabkan gangguan fizikal dan hidrat semasa pengumpulan sampel dan penyediaannya kerana gangguan fizikal dehidrat. Ujian makmal pernah menunjukkan kepekaan ketelapan terhadap komposisi bendalir.

Peralatan untuk membersihkan teras perludiadakan bagi mengatasi masalah yang bersangkutan dengan penyediaan batupasir berlempung. Ujian perlu dijalankan untuk mengkaji rawatan menstabilkan clay.

Program penyelidikan ini dirancang memandangkan skim penyuntikan air yang meningkat berikutan dengan penyenggaraan tekanan dan perolehan sekunder yang akan dilakukan dengan pesat bagi memastikan perolehan maksima dari sesebuah reserbor. Terdapat juga rekabentuk suntikan air yang tidak mempunyai ari-ari yang memuaskan, maka ini memerlukan kajian lanjut.

(C) Formasi keladak di dalam sistem batuan reserbor  
(Scale Formation)

Keladak (scale) dikenali sebagai mendakan bukan organik yang terbit dari larutan berair (lapangan minyak atau air suntikan) dan mendakan organik yang terbit dari pertukaran sifat-sifat petroleum kerana pengeluaran minyak.

Mendakan ini jika terjadi semasa pengeluaran minyak atau suntikan air akan tersangkut kepada permukaan pori-pori formasi dan juga paip serta peralatan pengeluaran. Ini akan mengganggu pengeluaran minyak atau penyuntikan air.

(i) Keladak bukan organik (Nonorganik scale)

Semasa penyuntikan air kita perlu mencegah pembentukan keladak bukan organik. Jika ia berlaku maka beberapa masalah akan timbul termasuklah pengecilan diameter paip, meninggi ke kasaran tetiub dan penyumbatan pori-pori. Operasi tak cekap dan kerosakan peralatan berlaku kerana pembentukan keladak ini.

Ujikaji makmal perlu dijalankan untuk mengenalpastikan jenis-jenis keladak yang menyebabkan masalah, pertukaran ketelapan dan taburan keladak semasa campuran air suntikan dan pekasin formasi yang berlaku semasa pembolosan air berlaku (water-breakthrough).

Ujian perlu juga dijalankan bagi menentukan sifat-sifat keladak dan juga cara-cara untuk merawatnya serta bahan-bahan yang perlu untuk mengawal pembentukan keladak.

Penyelakuan larutan untuk keladak-keladak perlu diadakan bagi meramalkan pembentukan keladak-keladak.

(ii) Keladak Organik (Organic scale)

Semasa pengeluaran minyak, penurunan tekanan dan suhu menyebabkan keladak organik iaitu asphasal terjadi. Keladak ini akan menyumbat peralatan pengeluaran dan juga pori yang menyebabkan operasi tidak cekap.

Ujikaji perlu diadakan bagi mengkaji keadaan keladak terjadi dan cara-cara untuk mengawal/mengatasinya. Penyelakuan proses keladak ini dapat meramalkan kejadiannya dalam sesuatu keadaan operasi.

#### D) Kerosakan formasi kerana bendalir penggerudian dan Perlengkapan

Projek ini dimulakan untuk mengkaji kerosakan telaga atau ketelapan kerana penggerudian dan bendalir perlengkapan dalam telaga. Penurasan lumpur dan bendalir melalui dinding telaga menyebabkan serbuan turasan ke atas formasi. Ini menurunkan kadar pengeluaran. Untuk mengawal kehilangan disebabkan turasan ini, kita perlu memahami pencirian proses penurasan dinamik dan kesan tiap-tiap lumpur dalam penurasan ketelapan. Ujian piawaian untuk menilaikan kehilangan penurasan dengan menggunakan tekanan 100 psi dan kertas turas, sebenar dalam telaga. Oleh kerana itu kita perlu mengadakan peralatan untuk menilai ciri-ciri penurasan dinamik ini.

Pengawalan kehilangan turasan tidak juga mampu untuk menyekat serbuan turasan yang mengandungi partikel-partikel halus, oleh kerana itu kita perlu mengkaji teknik-teknik untuk membersihkan formasi umpamanya perasangan kimia dan 'backflushing'.

Pembinaan peralatan aliran untuk mengkaji penurasan dinamik dan peralatan untuk mengkaji peransang atau proses-proses persimenan dan pengasidan adalah diperlukan. Program ujikaji akan mengkaji kesan-kesan pembolehubah fizik seperti halaju annulus, suhu dan sebagainya ke atas kehilangan edaran dinamik dan juga untuk menilai kesan-kesan komponen individu sistem lumpur ke atas kehilangan edaran dan kerosakan formasi. Pengukuran profil ketepuan, tekanan minyak dan air di sepanjang kor semasa turasan lumpur menyerbu formasi perlu dijalankan.

Penyelakuan terhadap proses serbuan turasan ke atas formasi perludijayakan bagi meramal kerosakan formasi untuk sesuatu operasi penggerudian atau sesuatu jenis lumpur. Kajian fenomena serbuan ini juga penting dalam ujian RFT dalam formasi yang berketelapan rendah.

Penyelidikan ini membantu dalam menjangka sebab-sebab kerosakan formasi kerana bendalir lumpur dan perlengkapan dan juga menerangkan mekanisma proses penurasan. Rekabentuk bendalir dan kaedah penggunaannya boleh diubahsuaikan bagi mengelakkan kerosakan formasi yang berlebihan.

#### E) Sistem perlengkapan bagi telaga condong (Completion system for deviated wells)

Projek ini dimulakan untuk mengkaji beberapa masalah yang berkaitan dengan penggerudian dan perlengkapan telaga condong. Masalah-masalah yang akan dikaji termasuk

- a) 'gravel packing' untuk kawalan pasir
- b) pembersihan 'drill cuttings' dari lubang telaga
- c) penyesaran pemindahan simen dan bendalir berkaitan semasa operasi penyimenan.

Masalah ini berkaitan dengan mekanik penyesaran bendalir. Program ini dijalankan dengan mengadakan ujikaji bagi mengenalpasti sebab-sebab yang berkaitan dengan tidak keberkesanan penyesaran bendalir dan juga petunjuk meningkatkan prestasi pemindahan bendalir.

Penyelakuan penyesaran bendalir bagi operasi di atas dapat meramalkan prestasi operasi yang akan diadakan.

F) Penyelakuan ekonomi sistem pengeluaran  
(Economic model for petroleum production)

Dari pandangan syarikat minyak, objektif pembangunan lapangan minyak berhubung dengan keuntungan. Sistem terbaik pembangunan bergantung kepada kefahaman terhadap kos, pendapatan dan implikasi cukai. Tetapi dari pandangan sesebuah Kerajaan, objektifnya bergantung kepada perolehan minyak, kadar pengeluaran, cukai dari pendapatan dan memanipulasikan syarikat-syarikat minyak untuk tujuan tersebut. Untuk mencapai objektif ini, kefahaman tentang pencirian dalam pembangunan minyak perlu diketahui bersama-sama dengan pemikiran pengurusan sesebuah syarikat.

Projek ini dimulakan dengan pengkajian sifat-sifat ekonomi pembangunan sistem gas dan minyak di Malaysia. Kajian dari segi lapangan-lapangan tertentu perlu sebelum dapat mengkaji sesebuah sistem.

Penyelidikan ini boleh juga digunakan untuk kajian implikasi ekonomi terhadap projek-projek perolehan bertingkat.

Kajian kepekaan menggunakan keupayaan Monte Carlo dapat mengukur nilai sesebuah projek dan fakta-fakta yang mempengaruhinya.

G) Penyesaran ketercampuran (Miscible displacement)

Aliran ketercampuran akan menjadi bahagian penting dalam pembangunan lanjutan lapangan minyak yang telah hampir tamat tempoh pengeluaran perolehan utama (primary recovery). Sebelum mengkaji aliran ketercampuran ini kita perlu membuat kajian dasar tentang PVT minyak dan gas. Peralatan untuk menjalankan kajian PVT ini telah lengkap dan usaha-usaha awal telahpun dicadangkan untuk kajian ini.

Bendalir yang selalu digunakan dalam aliran ketercampuran adalah karbon dioksida. Keberkesanan karbon dioksida memperolehi minyak tinggalan tak boleh diterangkan dengan proses aliran yang mudah. Kita perlu memahami sifat-sifat dan tindakbalas di antara fasa-fasa yang terjadi semasa karbondioksida bersentuh dengan minyak pada keadaan reserbor. Dalam banjir karbon dioksida, perlu kita membezakan di antara tindakbalas fasa CO<sub>2</sub>-minyak dengan minyak pada muka hadapan banjir CO<sub>2</sub>. Dalam penyelakuan proses ini, tindakbalas termodinamik di antara CO<sub>2</sub> dan sistem minyak perlu diketahui dan dianalisa dalam kajian PVT ini.

Objektif mengadakan projek ini bergantung kepada analisa komposisi sistem CO<sub>2</sub> dan sistem minyak perlu diketahui dan dianalisa dalam kajian PVT ini.

Objektif mengadakan projek ini bergantung kepada analisa berkomposisi sistem CO<sub>2</sub>-minyak di bawah keadaan reserbor, kajian PVT sistem CO<sub>2</sub>-minyak, kajian PVT sampel minyak dan mengadakan model berkomposisi untuk meramalkan tingkahlaku fasa CO<sub>2</sub>-minyak dan sifat-sifat fizikalnya.



## I) Peransangan Formasi (Stimulation)

Pengasidan dijalankan untuk merangsang telaga apabila didapati ketelapan formasi tidak produktif. Pengasidan matrix dijalankan dapat membesarkan poriformasi dan meninggikan kadar pengeluaran. Ini berlaku dalam formasi homogeneous dan terdapat fenomena jejari likat. Fenomena akan menurunkan prestasi pengasidan kerana tidak semua formasi diasidkan.

Kajian pengasidan matrix sedang dijalankan dan penyelidikan secara penyelakuan proses pengasidan perlu dilakukan bagi kajian fenomena 'viscous fingering' dan parameter-parameter yang mengawal pengasidan.

Satu lagi cara merawat kerosakan formasi adalah dengan pembasuhan asid. Asid dialirkan di bawah tekanan rendah pada kawasan yang berdekatan dengan formasi bagi pembersihan formasi yang rosak. Kajian asid yang digunakan dan teknik pembasuhan dapat menolong mengoptimalkan operasi.

Aliran ketercampuran menggunakan karbon dioksida akan menimbulkan larutan  $\text{CO}_2$  sebagai asid. Asid ini boleh melarut simen karbonat dalam batuan dan menyebabkan partikel bergerak sehingga tersumbat pori 'interstitial'. Jika penglarutan asid ke atas simen karbonat tidak serius maka ia boleh merangsangkan ketelapan. Pengkajian makmal untuk menilai kesan penglarutan brin berkarbonat ke atas batupasir berkarbonat dan pencirian ketelapan formasi. Penyelakuan proses ini perlu dalam kajian kepekaan terhadap fakta-fakta yang mempengaruhi larutan serta mengoptimalkan rekabentuk proses aliran ketercampuran dengan  $\text{CO}_2$ .

Kehilangan edaran dalam rentakan (fracture) merosakkan formasi dan ini tidak diingini dalam proses pembuangan asid yang dijalankan untuk mengatasi kerosakan formasi. Ujikaji tentang fakta-fakta yang mempengaruhi kehilangan edaran dan juga aditif untuk mengurangkannya tanpa mengganggu aliran dalam retak perlu dikaji.

## J) Aliran tak ketercampuran (Immiscible displacement)

Penyelenggaraan tekanan reserbor menggunakan air atau gas untuk meninggikan kadar perolehan. Ini dilakukan jika influks air tidak kuat. Banjiranair sebagai penyelenggaraan tekanan juga digunakan sebagai perolehan sekunder. Proses banjiran ini perlu diselakukan untuk kajian kepekaan terhadap faktor-faktor yang mempengaruhinya.

Ujikaji makmal telah dijayakan bagi kajian nisbah mobiliti terhadap kecekapan aliran, perolehan dan corak 5/7 titik. Ujikaji makmal boleh memberi gambaran kualitatif tentang proses banjiran masa singkat dan keadaan ideal. Kita memerlukan penyelakuan proses banjiran untuk membuat ramalan jangka panjang dan pengkajian kepekaan faktor-faktor yang mempengaruhi proses tersebut.

Kita juga perlu mengkaji proses banjiran menggunakan polimer dan surfaktan bagi meninggikan perolehan banjiran air.

### K) Pengujian Telaga

Pengujian telaga perlu untuk mengukur prestasi sesebuah lapangan petroleum. Oleh kerana formasi yang ditemui mempunyai banyak corak dan sifat maka pengujian telaga perlu dikaitkan dengan keadaan-keadaan ini. Penyelakuan pengujian telaga minyak dan gas perlu diadakan dengan mengambilkira sifat-sifat formasi yang berbeza dan juga corak lapangan petroleum.

Terdapat juga keadaan sesebuah telaga diretakan secara semulajadi, cara pengujian telaga ini berbeza dan kita perlu juga mengkaji keadaan ini dalam program penyelakuan kelak.

### L) Penyelaku

Kajian sesebuah reserbor perlu dijayakan bagi meramalkan prestasi-prestasinya dan kajian ini selalunya diadakan dengan penyelakuan sesebuah reserbor dengan menggunakan komputer. Dua kaedah yang digunakan dalam penyelakuan iaitu kaedah 'black oil' dan kaedah 'compositional'. Kaedah 'black oil' telah dijalankan untuk reserbor-reserbor minyak dengan mengambilkira multidimensa dan multifasa. Ini perlu diteruskan lagi dengan kajian pengoptimuman masa dan cara penyelesaian.

Tetapi terdapat beberapa reserbor yang mengandungi minyak volatile dan gas kondensat dan kaedah 'black oil' ini tidak boleh digunakan dalam penyelakuan reserbor kerana kedapatan gas keluar dari larutan semasa pengeluaran bendalir ini dan komposisinya pun bertukar. Oleh kerana itu kita perlu selakukan reserbor ini dengan menggunakan kaedah 'compositional'. Ini memerlukan penggunaan EOS yang akan dijayakan.

### Kesimpulan

Bersama-sama ini dikembarkan beberapa bidang yang difikirkan perlu dijalankan di Jabatan ini dalam rancangan penyelidikan. Bidang-bidang ini bersangkutan dengan permasalahan semasa yang dihadapi di industri-industri minyak di Malaysia dan amnya.

Bagi menjayakan bidang-bidang yang dicadangkan kita memerlukan satu kumpulan penyelidikan, instrumentation designer dan pengaturcara komputer kerana bidang-bidang termasuk ujikaji makmal dan penyelakuan menggunakan komputer.

Kajian juga perlu diadakan bagi menganalisa penyelidikan-penyelidikan yang telah diadakan di Jabatan ini seperti tesis tahun akhir pelajar dan diselaraskan dengan bidang-bidang yang dicadangkan. Jika perlu cadangan ini boleh dibesarkan sedikit untuk merangkumi penyelidikan-penyelidikan yang telah dijalankan di Jabatan ini.

Kita perlu juga memikirkan rancangan-rancangan untuk mengadakan seminar dan kursus pendek setelah kita bergiat dalam penyelidikan kelak dalam usaha kita memperkenalkan penyelidikan kita dan juga menyebarkan kepakaran yang akan tercapai hasil dari penyelidikan-penyelidikan tersebut.

Penemuan-penemuan dengan pihak-pihak yang terlibat dengan industri petroleum perlu diadakan dari masa ke semasa agar dapat kita bertukar-tukar pendapat tentang masalah semasa industri ini. Ini perlu dilakukan setelah kita menunjukkan kemajuan yang menggalakkan dalam penyelidikan. Perjumpaan bulanan SPE boleh kita jadikan platform untuk aktiviti-aktiviti ini.